

Fault-tolerant electromechanical steer-by-wire steering actuator

Patent Number: ☐ US6208923
Publication date: 2001-03-27
Inventor(s): HOMMEL MATHIAS (DE)
Applicant(s): BOSCH GMBH ROBERT (US)
Requested Patent: ☐ JP2000053012
Application Number: US19990350454 19990709
Priority Number(s): DE19981034870 19980801
IPC Classification: B60Q1/34; B62D5/04
EC Classification: B62D5/04
Equivalents: ☐ DE19834870

Abstract

An electromechanical steering actuator for a steer-by-wire application in motor vehicles. An electronic closed-loop/open-loop control system generates steering signals for a pair of electric servomotors, which act via a gear unit on a steering control element of a rack-and-pinion steering system. The closed-loop/open-loop control system includes a pair of process computers which deliver corrective signals to the servomotors via drive units. The steering actuator is divided into two diversely redundant systems including two redundant process computers, each of which delivers corrective signals via two redundant drive units to two servomotors which act on a common steering shaft

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-53012
(P2000-53012A)

(43) 公開日 平成12年2月22日 (2000.2.22)

(51) Int.Cl.⁷
B 6 2 D 6/00
// B 6 2 D 113:00

識別記号

F I
B 6 2 D 6/00

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数12 OL (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-219192
(22) 出願日 平成11年8月2日 (1999.8.2)
(31) 優先権主張番号 19834870.3
(32) 優先日 平成10年8月1日 (1998.8.1)
(33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

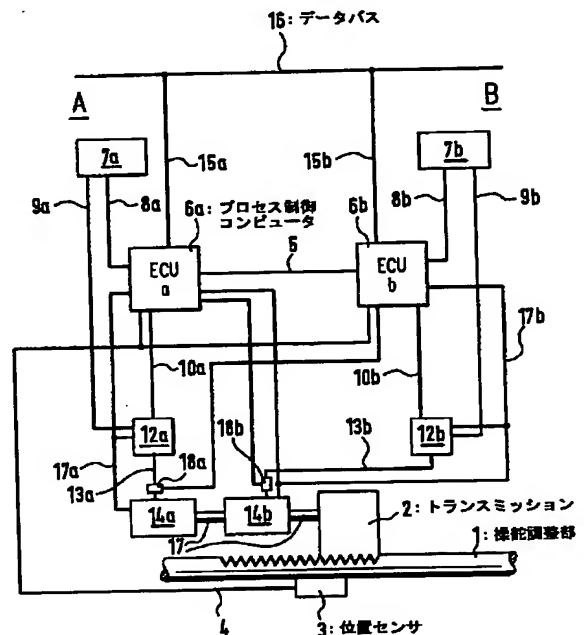
(71) 出願人 390023711
ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト
ミット ベシユレンクテル ハフツング
ROBERT BOSCH GESELL
SCHAFT MIT BESCHRAN
KTER HAFTUNG
ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト
(番地なし)
(72) 発明者 マティアス ホメル
ドイツ共和国 70825 コーンタル, ロ
イデリッツシュトラッセ 12
(74) 代理人 100095957
弁理士 亀谷 美明 (外2名)

(54) 【発明の名称】 操舵制御装置

(57) 【要約】

【課題】 故障に対する強度が向上し、常に正確な操舵制御が可能な操舵制御装置を提供する。

【解決手段】 操舵制御装置は、例えば、自動車のステア・バイ・ワイヤ操舵に適用可能であり、2つの別個の冗長なシステムA、Bを有している。システムA、Bはそれぞれ、別個の冗長なプロセス制御コンピュータ6a、6bを有し、プロセス制御コンピュータ6a、6bは、それぞれに付設されている駆動ユニット12a、12bを介して、同一の操舵軸17に作用する2つの別個の冗長なサーボモータ14a、14bに操作信号を供給する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 操舵軸と、前記操舵軸の回転運動を操舵調整部に伝達するトランスミッションを有する操舵制御装置であって、閉／開ループ制御系を有する2以上のシステムを備え、前記各システムは、サーボモータと、駆動ユニットを介して前記サーボモータを制御するプロセス制御コンピュータを備え、前記各システムに属するサーボモータは、前記操舵軸に作用することを特徴とする、操舵制御装置。

【請求項2】 一のシステムは、バッテリーおよび／またはダイナモから構成され、前記一のシステムの電圧供給源となる第1の電圧供給装置を有し、他のシステムは、バッテリーおよび／またはダイナモから構成され、前記他のシステムの電圧供給源となる第2の電圧供給装置を有し、前記第1の電圧供給装置および前記第2の電圧供給装置はそれぞれ、物理的に分離されて構成されることを特徴とする、請求項1に記載の操舵制御装置。

【請求項3】 前記各システムに属するプロセス制御コンピュータは、相互に、操舵制御装置の駆動状態に関する情報とエラー報告を交換するように構成されていることを特徴とする、請求項1または2に記載の操舵制御装置。

【請求項4】 前記各システムに属するプロセス制御コンピュータは、データバスを介して、上位の車両コンピュータから車両の走行状態および調節すべき目標操舵角度に関する情報を得ることを特徴とする、請求項1, 2, または3に記載の操舵制御装置。

【請求項5】 前記各システムに属するプロセス制御コンピュータはそれぞれ、他のシステムをオフすることが可能であることを特徴とする、請求項1, 2, 3, または4に記載の操舵制御装置。

【請求項6】 前記各システムに属するプロセス制御コンピュータはそれぞれ、他のシステムの属するサーボモータの電圧供給を遮断することが可能であることを特徴とする、請求項1, 2, 3, 4, または5に記載の操舵制御装置。

【請求項7】 異なる物理的な測定原理に基づく2以上の位置センサが設けられていることを特徴とする、請求項1, 2, 3, 4, 5, または6に記載の操舵制御装置。

【請求項8】 一の位置センサは、操舵制御装置の変位の絶対値を測定し、測定された絶対的な距離に対応する測定信号を前記各システムに属するプロセス制御コンピュータに供給する絶対距離センサとして構成されることを特徴とする、請求項7に記載の操舵制御装置。

【請求項9】 他の位置センサは、前記各システムに属するサーボモータのうち非アクティブなサーボモータであり、前記非アクティブなサーボモータの位相電圧および／または位相電流に対応する信号が前記各システムに属するプロセス制御コンピュータに入力されることを特

徴とする、請求項7または8に記載の操舵制御装置。

【請求項10】 前記各システムに属するサーボモータは、異なる原理で動作し、各サーボモータの少なくとも一つは、ECモータまたは多相交流非同期モータであることを特徴とする、請求項1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, または9に記載の操舵制御装置。

【請求項11】 前記各システムに属するサーボモータは、前記操舵軸に共通に結合されて回転し、前記操舵軸の回転運動は、トランスミッションおよび操舵調整部を介して1または2以上の車輪の操舵運動に変換されることを特徴とする、請求項1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, または10に記載の操舵制御装置。

【請求項12】 前記トランスミッションは、重畳トランスミッションであって、一の重畳入力には前記操舵軸が作用し、他の重畳入力にはステアリングホイールの回転運動が作用することを特徴とする、請求項1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, または11に記載の操舵制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、操舵制御装置にかかり、例えば、電気的な閉／開ループ制御装置を有し、自動車におけるステア・バイ・ワイヤ操舵に適用される電気機械式操舵制御装置に関するものである。そして、この閉／開ループ制御装置は、電気サーボモータのための操舵信号を生成する。サーボモータは、トランスミッションを介して操舵調整部（例えば、ステアリングギヤラック操舵装置のステアリングギヤラック）に作用し、この場合、閉／開ループ制御装置は、コントロールユニット介してサーボモータに対してコントロール信号を供給するプロセス制御コンピュータを有する。

【0002】

【従来の技術】この種の操舵制御装置は、例えばドイツ出願DE 1 95 4 0 9 5 6に開示されている。ここで開示されている操舵制御装置は、ステアリングホイールコラムとステアリングギヤラック操舵装置のステアリングギヤラックとの間の機械的な結合が分離可能であり、ステア・バイ・ワイヤ操舵に適用される。

【0003】補助操舵装置または自動操舵装置が故障した場合、これらの付加的な装置はオフされ、運転者は操舵すべき車輪を機械的に制御することになる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、自動的な操舵駆動のための従来の操舵制御装置は、故障に対して万全とは言えない。ステアリングホイールと操舵トランスミッションとの間に機械的な結合が存在しないステア・バイ・ワイヤ装置を有する車両において、操舵制御装置の故障に対する強度が向上するように配慮しなければならない。

【0005】本発明は、上記のような問題点に鑑みてな

されたものであり、その目的は、故障が発生した場合であっても、どのサブシステムに故障が発生したかには関係なく、正確なステア・バイ・ワイヤ操舵機能を可能とする、故障が許容された操舵制御装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明によれば、操舵制御装置は、2つの別個の冗長なシステムを有する。この場合、閉／開ループ制御装置は、2つの別個の冗長なプロセス制御コンピュータを有し、これらは、それぞれに付設されている別個の冗長な駆動ユニットを介して、同一の操舵軸に作用する2つの別個のサーボモータに対して操作信号を供給する。かかる構成によれば、故障が発生した場合であっても、どのサブシステムに故障が発生したかには関係なく、操舵システムを完全に使用することが可能となる。

【0007】通常駆動において、システムのうち第1のシステムが動作し、第2のシステムは待機状態（パッシブ）とされる。ここでのパッシブとは、パッシブなプロセス制御コンピュータは、それに付設されているサーボモータのための操作信号を発生しないが、付設されている電圧供給装置によって給電されている状態を意味する。すなわちプロセス制御コンピュータは、待機状態ではあるものの、アクティブなプロセス制御コンピュータと情報を交換し、上位に接続された車両コンピュータから情報を受信し、かつ位置センサから位置測定信号を受信することが可能である。

【0008】このとき、アクティブなプロセス制御コンピュータは、付設されている電気的なサーボモータをその間に接続されている駆動ユニットを介して閉／開ループ制御し、パッシブなプロセス制御コンピュータと情報を交換し、位置センサから位置測定信号を受信し、上位の車両コンピュータから情報を入手する。さらに、アクティブなプロセス制御コンピュータは、パッシブなプロセス制御コンピュータに付設されている他の電気的なサーボモータの位相電圧または位相電流を読み込む。

【0009】2つのプロセス制御コンピュータは、常にその計算した実際位置および故障情報を交換する（ウォッチ・ドッグ機能）。故障の場合、一方のシステムのプロセス制御コンピュータは、電流が切れることによってオープンとなるリレーを用いて他方のシステムをオフする。

【0010】システム条件によって2種類の故障が発生することが考えられる。

モードI：位置センサの故障

モードII：2つのシステムA、Bにおける任意の他のサブシステムの故障

なお、ここでは軸およびトランスミッションなど、すべての機械的な部分は、通常の負荷およびストレス負荷に耐えるように構成され、かつ設計されているものとす

る。

【0011】モードIIのカテゴリーに属する故障の場合には、それまでパッシブであったシステムがアクティブとなり、故障したシステムがオフされる。これまでパッシブであったシステムが故障した場合には、もちろんアクティブなシステムがアクティブ状態を維持する。これに対してアクティブなシステムが故障した場合は、パッシブなシステムがアクティブとされる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照しながら、本発明にかかる操舵制御装置の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、以下の説明および添付された図面において、略同一の機能および構成を有する構成要素については、同一符号を付することによって重複説明を省略する。

【0013】本発明の実施の形態にかかる操舵制御装置は、図1に示すように、操舵調整部1（例えば、ステアリングギヤラック操舵装置のステアリングギヤラック）、2つの別個の冗長なプロセス制御コンピュータ6a、6b、2つの別個の冗長なサーボモータ14a、14b、サーボモータ14a、14bを駆動するための2つの別個の冗長な駆動ユニット12a、12b、2つの別個の冗長な電圧供給装置7a、7b、一の位置センサとしての位置センサ3、トランスミッション（駆動装置）2、および故障許容のデータバス（データチャネル）16から構成されている。データバス16は、プロセス制御コンピュータ6a、6bと、上位の車両コンピュータ（図示せず。）を接続している。

【0014】図1から明らかなように、本発明の実施の形態にかかる操舵制御装置は、それぞれ略同一に構成された2つの別個のシステムA、Bに分けることができる。以下、操舵制御装置を2つの動作状態、すなわち全ての構成が正常に機能している通常状態および故障が生じている故障状態に分けて説明する。

【0015】（通常状態）通常状態においては、システムAが動作し、システムBがパッシブとされる。システムAに属する電圧供給装置7aは、電気的な接続8a、9aを介してプロセス制御コンピュータ6aおよびモータ駆動ユニット12aに電圧を供給する。電圧供給装置7aは、バッテリーおよび／またはダイナモ（発電機）で構成される。また、プロセス制御コンピュータ6aは、データバス16およびデータ接続線15aを介して上位の車両コンピュータから、車両の走行状態およびシステムAに属する電気的なサーボモータ14aが実行すべき目標操舵動作に関する情報を得る。

【0016】操舵調整部1の位置制御すなわち操舵動作を実行するために、アクティブなプロセス制御コンピュータ6aは、接続線4を介して、位置センサ3が供給する操舵調整部1の実際位置およびパッシブなシステムBに属するサーボモータ14bの電圧または電流を読み込

む。このようにして、外部的な上位の制御ループが形成される。

【0017】電気的なサーボモータ14bは、多相交流非同期モータまたはECモータである。通常状態では、このサーボモータ14bは、非通電でも連動して回転し、発電機として機能するため、プロセス制御コンピュータ6aは、その位相電流または位相電圧を示す信号から回転運動を計算して、操舵調整部1の相対的な位置を推定することが可能となる。このようにして、位置センサ3とは別に、他の物理的な原理に基づく第2の位置センサが備えられることになる。

【0018】さらに、2つのシステムA、Bに属する2つのプロセス制御コンピュータ6a、6bは、常に自らが計算した実際位置およびエラー情報を相互に交換する(ウォッチ・ドッグ機能)。そして、故障の場合、各システムは、電流が切れることによってオープンとなるリレー18a、18bを用いて他方のシステムをオフする。このため、各プロセス制御コンピュータ6a、6bは、他のシステムに属するリレー18b、18aに接続される。

【0019】位置センサ3によって読み取られた位置情報、または、パッシブであって連動して回転する電気的なサーボモータの位相電流または位相電圧を介して計算された位置情報が正しい場合、プロセス制御コンピュータ6aは、接続線10aを介して駆動ユニット12aの目標電流値を設定する。そして、駆動ユニット12aは、内蔵するパワーエレクトロニクス系によって電気接続線13aを介して電気的なサーボモータ14aを駆動する。このようにして、内部的な下位の制御ループが形成される。

【0020】電気的なサーボモータ14aは、恒久的に励磁される直流モータで構成することが可能であるが、動作原理上、モータ14bと区別される。

【0021】既に説明したように、通常動作において、パッシブなシステムBに備えられた電気的なサーボモータ14bは、操舵軸としての共通軸17上でパッシブに連動回転する。

【0022】システムBに備えられた電圧供給装置7bは、電気的な接続線8b、9bを介して、プロセス制御コンピュータ6bおよび駆動ユニット12bに対して電圧を印加するものであって、バッテリーおよび/またはダイナモ(発電機)で構成される。そして、この電圧供給装置7bは、物理的な原理から、電圧供給装置7aと異なるように構成される。

【0023】プロセス制御コンピュータ6bも、データバス16に接続された電気的な接続線15bを介して上位の車両コンピュータから、車両の走行状態および操舵制御装置が実行すべき目標操舵動作に関する情報を得る。

【0024】(故障状態)システム条件に基づき、2種

類のエラー発生が考えられる。位置センサ3の故障(モードI)、そして任意の他のシステム、すなわち各システムA、Bの装置の故障(モードII)が発生し得る。

【0025】モードII: このエラーモードにおいては、それぞれ他のシステムがアクティブになり、故障のあるシステムがオフされる。システムBが故障した場合(例えばシステムBに備えられたプロセス制御コンピュータ6bまたはサーボモータ14bが故障した場合)、システムAは、アクティブ状態を維持する。これに対して、システムAが故障した場合には、システムBがアクティブとなる。

【0026】操舵調整部1の位置制御を実行するため、第2のシステムBに属するプロセス制御コンピュータ6bは、位置センサ3から出力される操舵調整部1の実位置を読み込み(外部の上位の制御ループ)、接続線10bを介して駆動ユニット12bの目標電流値を設定する。そして、駆動ユニット12bは、内蔵するパワーエレクトロニクス系によって、電気的な接続線13bを介してサーボモータ14bを駆動する(内部の下位の制御ループ)。

【0027】モードI: 位置センサ3が故障した場合、システムAは、電気的なサーボモータ14bの発電機としての動作および車両モデルによる支援に基づき、操舵調整部1の実際の位置、すなわち実際の操舵角度を計算することができる。

【0028】本発明の実施の形態では、通常、システムAがアクティブであり、システムBはパッシブである場合に即して説明している。そして、エラーモードIIにおいて、第2のシステムBへの動作の切換えが行われるものとされている。しかし、本発明は、これに限定されるものではない。

【0029】他の安全哲学に基づき、アクティブな状態をそれぞれ交互にシステムA、Bに割り振ることも可能である。アクティブな状態の切り換えは、周期的にあるいは車両の走行状態(例えば、キロメートル単位)に従って設定することが可能である。ただし、そのためには、2つのサーボモータの物理的な原理として、その位相電圧またはその位相電流の検出に基づき、位置信号が計算可能であることが要求される。

【0030】上述の説明から明らかなように、本発明の実施の形態にかかる操舵制御装置は、各構成要素が別個に冗長に配置されて成るシステムAおよびシステムBから構成されている。そして、一方のシステムは、他方のシステムの機能を補償する。したがって、本発明の実施の形態にかかる操舵制御装置によれば、故障に対する強度が向上し、常に正確な操舵制御が可能となる。

【0031】以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態について説明したが、本発明はかかる実施の形態に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において各種の変

更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明にかかる操舵制御装置よれば、故障に対する強度が向上し、常に正確な操舵制御が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を概略的に説明する機能ブロック回路図

である。

【符号の説明】

1：操舵調整部

2：トランスミッション

6a、6b：プロセス制御コンピュータ

7a、7b：電圧供給装置

12a、12b：駆動ユニット

14a、14b：サーボモータ

【図1】

